

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Akihiro TANAKA, et al.  
SERIAL NO: New Application  
FILED: Herewith  
FOR: OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE

GAU:  
EXAMINER:

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

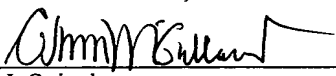
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-105514	April 9, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 4月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-105514

[ ST.10/C ]:

[ JP 2003-105514 ]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 5月30日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎

出証番号 出証特2003-3040828

【書類名】 特許願

【整理番号】 PTS0260

【提出日】 平成15年 4月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01D 5/30

【発明の名称】 光学式エンコーダ

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 田中 明広

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100088487

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 允之

【選任した代理人】

【識別番号】 100108062

【弁理士】

【氏名又は名称】 日向寺 雅彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学式エンコーダ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一定値以下のピッチを有する明暗パターンの第 1 の方向に沿った移動に対して、出力が変化する第 1 の光検出手段と、

前記一定値以下のピッチを有する明暗パターンの前記第 1 の方向に沿った移動に対して、明パターンに相当する光を常に検出する第 2 の光検出手段と、

前記第 1 の光検出手段の出力と前記第 2 の光検出手段の出力との演算を実施する演算回路と、

を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 2】

第 1 の方向に並んで配列され前記第 1 の方向に対して略垂直な方向に長手方向を有する複数の第 1 のフォトダイオードと、

前記複数の第 1 のフォトダイオードの前記長手方向端部に隣接して配置され、前記第 1 の方向に長手方向を有する第 2 のフォトダイオードと、

前記複数の第 1 のフォトダイオードの検出結果と前記第 2 のフォトダイオードの検出結果とに基づいて演算を実施する演算回路と、

を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 3】

第 1 の方向に並んで配列された複数の第 1 のフォトダイオードと、

前記複数の第 1 のフォトダイオードの間に配置され、同一の配線に共通に接続された複数の第 2 のフォトダイオードと、

前記複数の第 1 のフォトダイオードの検出結果と前記複数の第 2 のフォトダイオードの検出結果とに基づいて演算を実施する演算回路と、

を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 4】

前記複数の第 2 のフォトダイオードは、前記複数の第 1 のフォトダイオードのそれぞれの間に配置されていることを特徴とする請求項 3 記載の光学式エンコー

ダ。

【請求項 5】

前記第 1 の光検出手段は、

前記第 1 の方向に沿って配列された複数の第 1 のフォトダイオードと、

複数の配線と、

を有し、

前記複数の第 1 のフォトダイオードは、それぞれが前記複数の配線のいずれかに対して共通接続された複数のダイオード群からなり、且つ、前記第 1 のフォトダイオードのうちの隣接するものは、前記複数のダイオード群のうちの異なるものに属することを特徴とする請求項 1 記載の光学式エンコーダ。

【請求項 6】

前記複数の第 1 のフォトダイオードは、4 つ毎にそれぞれ同一の配線に接続されていることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の光学式エンコーダ。

【請求項 7】

前記第 2 の光検出手段は、前記第 1 の方向に見たときに、前記一定値以下のピッチよりも大なる光検出部を有する第 2 のフォトダイオードを含むことを特徴とする 1 または 5 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 8】

前記複数の第 1 のフォトダイオードのそれぞれは、前記第 1 の方向に対して略垂直な方向に延伸した略長形状の光受光部を有し、

前記第 2 のフォトダイオードは、前記第 1 の方向に沿って延伸した略長形状の光検出部を有することを特徴とする請求項 5 記載の光学式エンコーダ。

【請求項 9】

前記第 2 の光検出手段は、

前記第 1 の方向に沿って配列された複数の第 2 のフォトダイオードと、

前記複数の第 2 のフォトダイオードを共通接続する配線と、

を含むことを特徴とする請求項 1 または 5 記載の光学式エンコーダ。

【請求項 10】

前記複数の第 2 のフォトダイオードのそれぞれは、前記複数の第 1 のフォトダイオードのそれぞれの間に設けられたことを特徴とする請求項 9 記載の光学式エンコーダ。

【請求項 1 1】

前記複数の第 1 のフォトダイオードのそれぞれは、前記第 1 の方向に対して略垂直な方向に延伸した略長形状の光受光部を有し、

前記複数の第 2 のフォトダイオードのそれぞれは、前記第 1 の方向に対して略垂直な方向に延伸した略長形状の光検出部を有することを特徴とする請求項 1 0 記載の光学式エンコーダ。

【請求項 1 2】

前記共通接続する配線は、前記複数の第 2 のフォトダイオードのそれぞれの中央近傍に接続された配線を含むことを特徴とする請求項 9 ～ 1 1 のいずれか 1 つに記載の光学式エンコーダ。

【請求項 1 3】

前記演算回路は、前記第 2 のフォトダイオードの出力に一定の係数を乗算したものを前記第 1 のフォトダイオードの出力から減算することを特徴とする請求項 2 ～ 1 2 のいずれか 1 つに記載の光学式エンコーダ。

【請求項 1 4】

前記第 2 のフォトダイオードの出力に前記一定の係数を乗算したものは、前記第 1 のフォトダイオードの出力よりも小なることを特徴とする請求項 1 3 記載の光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学式エンコーダに関し、特に、フォトダイオードを用いた光学式エンコーダに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光学式エンコーダは、位置検出手段として用いられ、例えば、プリンタにおけ

るプリントヘッドの位置検出や、コピー機における紙送り量の制御などに利用されている。

#### 【 0 0 0 3 】

図 1 1 は、光学式エンコーダの要部断面構造を例示する模式図である。すなわち、同図に例示した光学式エンコーダの場合、発光素子 3 1 と受光素子 3 2 とが対向して設けられている。発光素子 3 1 は、例えばリードフレーム 4 0 の先端に LED (light emitting diode: 発光ダイオード) 7 0 がマウントされ、その周囲が樹脂により適宜モールドされた構造を有する。一方、受光素子 3 2 は、リードフレーム 5 0 の先端に受光 IC 8 0 がマウントされ、その周囲が樹脂により適宜モールドされた構造を有する。これら発光素子 3 1 と受光素子 3 2 との間には、スケール 3 3 が挿入され、スケール 3 3 とエンコーダとの相対的な変位が検出される。

#### 【 0 0 0 4 】

図 1 2 は、受光 IC 8 0 に形成されたフォトダイオードの平面パターンを例示する模式図である。後に詳述するように、受光 IC 8 0 には、プレーナ状の p n 接合からなる複数のフォトダイオードと、その駆動回路が設けられている。なお、このようなフォトダイオードを用いた光検出回路は、例えば、特許文献 1 に開示されている。

#### 【 0 0 0 5 】

光学式エンコーダの場合、これらフォトダイオード (1 c、1 d、...) は、図 1 2 に例示したように、それぞれが略長形状に形成され、同図において Y 方向にアレイ状に配置されている。そして、コンタクト 2 0 を介して、4 相の配線 (3 0 a ~ 3 0 d) に対して順番に接続されている。すなわち、隣接する 4 個のフォトダイオード (1 a ~ 1 d、2 a ~ 2 d、...) が一組となるように接続されている。

#### 【 0 0 0 6 】

図 1 3 は、スケール 3 3 とフォトダイオードとの配置関係を表す模式図である。

#### 【 0 0 0 7 】



すなわち、スケール 3 3 には、光を透過するパターン部 3 4 と、光を遮蔽するパターン部 3 5 とが交互に設けられている。これらパターン 3 4、3 5 のピッチは、フォトダイオード（1 c、1 d、・・・）の配列のピッチと略整合している。例えば同図に表した具体例の場合、1 組のフォトダイオード（1 a～1 d、2 a～2 d、）に対して、スケール 3 3 の明暗パターン 3 4、3 5 が整合している。

## 【0 0 0 8】

発光素子 3 1 からの光がスケール 3 3 を透過すると、スケールの明暗パターン 3 4、3 5 により、受光素子 3 2 に入る光に明暗がつけられ、この光の明暗によりフォトダイオード各相に流れる光電流に差が生じる。この光電流の差を回路で検出し、出力する。

## 【0 0 0 9】

図 1 3 に表した具体例において、スケール 3 3 と受光素子 3 1 とが相対的に変位すると、フォトダイオードに接続された 4 相の配線（3 0 a～3 0 d）のそれぞれにおいて、図 1 4 に表したような波形の光電流が得られる。4 相の配線（3 0 a～3 0 d）のそれぞれから得られる波形の時間変化を読み取ることにより、スケール 3 3 とエンコーダとの相対的な変位の方角及び量が分かる。

## 【0 0 1 0】

## 【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 3 4 0 6 6 9 号公報

## 【0 0 1 1】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来の光学式エンコーダにおいては、光電流波形の DC 成分が高いため、ダイナミックレンジが狭くなるなどの問題があった。

すなわち、図 1 4 から分かるように、フォトダイオードから得られる光電流の波形は、DC 電流成分と AC 電流成分との組合わせになっている。ここで問題になるのは、光電流が DC 電流成分をもっていることである。スケール 3 3 によって、フォトダイオードに入射する光に明暗が与えられるが、スケール 3 3 の明パターン 3 4 を透過した光の屈折や回折、あるいは周囲光の影響などにより、本来光が入らないことが望ましい暗パターン 3 5 の下のフォトダイオードにも光が入

るために、このようなDC成分が生ずる。また、隣接するフォトダイオード間で、光または光キャリアによるクロストークが生ずることによっても、DC成分が発生する。

【0012】

このようなDC電流成分が発生すると、電流－電圧変換回路でAC電流成分がつぶれ、出力波形が歪んでしまい、回路の出力特性（Duty比・位相差）が低下するという問題が生ずる。これに対抗してダイナミックレンジを広げるためには、光の入力が強くなってもAC成分がつぶれないように、電源電圧を高くしなくてはならず、回路の低電源電圧化に不利となる。

【0013】

またさらに、このようなDC成分は、エンコーダを小型化すると顕著になる傾向が見られる。これは、小型化に伴い、発光素子31と受光素子32との間隔も縮小され、発光素子31から放出され受光素子32に入射する光の平行性が低下するからである。このため、光学式エンコーダの小型化を進める上でも改善が必要とされる。

【0014】

本発明は、かかる課題の認識に基づいてなされたものであり、その目的は、光電流におけるDC成分を大幅に低減することが可能な光学式エンコーダを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本願発明の第1の態様によれば、一定値以下のピッチを有する明暗パターンの第1の方向に沿った移動に対して、出力が変化する第1の光検出手段と、前記一定値以下のピッチを有する明暗パターンの前記第1の方向に沿った移動に対して、明パターンに相当する光を常に検出する第2の光検出手段と、前記第1の光検出手段の出力と前記第2の光検出手段の出力との演算を実施する演算回路と、を備えたことを特徴とする光学式エンコーダが提供される。

【0016】

本願発明の第2の態様によれば、第1の方向に並んで配列され前記第1の方向

に対して略垂直な方向に長手方向を有する複数の第 1 のフォトダイオードと、前記複数の第 1 のフォトダイオードの前記長手方向端部に隣接して配置され、前記第 1 の方向に長手方向を有する第 2 のフォトダイオードと、前記複数の第 1 のフォトダイオードの検出結果と前記第 2 のフォトダイオードの検出結果とに基づいて演算を実施する演算回路と、を備えたことを特徴とする光学式エンコーダが提供される。

## 【 0 0 1 7 】

本願発明の第 3 の態様によれば、第 1 の方向に並んで配列された複数の第 1 のフォトダイオードと、前記複数の第 1 のフォトダイオードの間に配置され、同一の配線に共通に接続された複数の第 2 のフォトダイオードと、前記複数の第 1 のフォトダイオードの検出結果と前記複数の第 2 のフォトダイオードの検出結果とに基づいて演算を実施する演算回路と、を備えたことを特徴とする光学式エンコーダが提供される。

## 【 0 0 1 8 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

## 【 0 0 1 9 】

図 1 は、本発明の実施の形態にかかる光学式エンコーダのフォトダイオードの構成を例示する平面図である。

すなわち、本実施形態においても、略長形状の信号用フォトダイオード（1 a、1 b、・ ・ ・ n d）が並列して設けられている。これら信号用フォトダイオードのそれぞれは、4 相の配線 3 0 a ～ 3 0 d のいずれかに対して順番に接続されている。すなわち、4 相の配線 3 0 a ～ 3 0 d によりそれぞれ共通接続された 4 相のフォトダイオード群（1 a ～ n a、1 b ～ n d、1 c ～ n c、1 d ～ n d）が形成されている。そして、隣接するフォトダイオード（例えば、1 a ～ 1 d）は、それぞれ異なるフォトダイオード群に属するように配列されている。

そしてさらに、これら信号用フォトダイオードの上下に、DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 が設けられている。DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 は、信号用フォトダイオードのように所定ピッチで分割されておらず、信号

用フォトダイオードの配列方向に沿って連続的に延在した略ストライプ状に形成されている。

#### 【 0 0 2 0 】

信号用フォトダイオード 1 a ~ n d のそれぞれには、図 1 3 に関して前述した如く、図示しないスケールとの相対的な変位により、光の明暗の変化に対応する光電流が流れる。これに対して、DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 においては、スケールの変位には依存せず常に一定の光が照射される。つまり、このDC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 の長手方向の幅は、図示しないスケールの明暗パターンのピッチよりも大きいので、スケールの位置が変わっても、光が照射される面積と光が照射されない面積とがそれぞれ常に一定であるために、常に一定の光電流を得ることが可能となる。従って、これらDC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 からの光電流を利用して、信号用フォトダイオード 1 a ~ n d の光電流におけるDC成分をキャンセルすることができる。このための回路構成については、後に詳述する。

#### 【 0 0 2 1 】

図 2 は、本実施形態のフォトダイオードの断面構造を一例を表す模式図である。すなわち、同図は、図 1 の A - A 線断面図である。

#### 【 0 0 2 2 】

本具体例の場合、p 型シリコン基板 1 1 3 の上に n 型エピタキシャル層 1 1 2 が設けられ、pn 接合フォトダイオード ( 1 a 、 1 b 、 . . . ) が形成されている。そして、これらフォトダイオードは、p 型分離領域 1 1 1 により互いに分離されている。

#### 【 0 0 2 3 】

図 3 は、本実施形態のフォトダイオードの断面構造のもうひとつの例を表す模式図である。すなわち、同図は、図 1 の A - A 線断面図である。

#### 【 0 0 2 4 】

この構造の場合、p 型シリコン基板 1 1 3 の上に  $n^+$  型埋め込み層 1 1 4 が設けられ、その上に n 型エピタキシャル層 1 1 2 が形成されている。そして、その表面に p 型拡散層 1 1 1 がプレーナ状に形成されている。この拡散層 1 1 1 が形

成する p n 接合により、それぞれのフォトダイオード（1 a、1 b、・・・）が得られる。

#### 【 0 0 2 5 】

図 4 は、本実施形態の光学式エンコーダにおいて用いることができる回路を表す模式図である。

#### 【 0 0 2 6 】

すなわち、同図は、図 2 に表したような断面構造を有する半導体に設けることができる回路を表す。すなわち、この回路は、p 型シリコン基板の上に n 型エピタキシャル層 1 1 2 を形成することにより得られたフォトダイオードの周辺に設けることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

この回路は、電流・電圧変換部 3 0 0 a ～ 3 0 0 d と、DC キャンセル部 2 0 0 と、を有する。

#### 【 0 0 2 8 】

信号用フォトダイオード群（1 a ～ n a、1 b ～ n b、1 c ～ n c、1 d ～ n d）のそれぞれは、電流・電圧変換部 3 0 0 a ～ 3 0 0 d に接続されている。図 4 には、これらのうち電流・電圧変換部 3 0 0 d の構成を表した。すなわち、電流・電圧変換部 3 0 0 d においては、変換用トランジスタ 3 0 1 と抵抗 3 0 3 とにより、フォトダイオード群（1 d ～ n d）に流れる光電流が電圧に変換され出力される。図示は省略したが、他の電流・電圧変換部 3 0 0 a ～ 3 0 0 c も、同様の構造を有する。

#### 【 0 0 2 9 】

一方、DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 は、DC キャンセル部 2 0 0 に接続されている。DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 のアノードは接地（Gnd）され、一方、カソードは、カレントミラー回路の基準 PNP トランジスタ 2 0 1 のベース及びコレクタに接続されている。そして、この基準 PNP トランジスタ 2 0 1 から、PNP トランジスタ（2 0 2 ～ 2 0 5）で電流を折り返すように接続されている。PNP トランジスタ（2 0 2 ～ 2 0 5）のコレクタは、電流・電圧変換部 3 0 0 d に接続され、配線 3 0 d を介して信号用フォトダイオ

ード群（1 d ～ n d）のカソードに至る。

#### 【 0 0 3 0 】

また、図示は省略したが、これと同様に、PNPトランジスタ2 0 2、2 0 3、2 0 4のコレクタは、それぞれ電流・電圧変換部3 0 0 a、3 0 0 b、3 0 0 cにおいて、信号用フォトダイオード群1 a ～ n a、1 b ～ n b、1 c ～ n cのカソードにそれぞれ接続されている。

#### 【 0 0 3 1 】

この回路構成により、電流・電圧変換回路3 0 0 dの入力電流は、（ $I_1 - I_2$ ）となり、電流 $I_2$ の分だけキャンセル（引き算）することができる。つまり、DCキャンセル用フォトダイオード1 0 3を流れる光電流に基づいて電流 $I_2$ が形成され、これによって信号用フォトダイオード群から得られる信号のDC成分を補正することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

図5は、本発明において得られるDC成分のキャンセル効果を説明するための模式図である。すなわち、同図（a）は、図1 4に例示したような従来の光学式エンコーダから得られる光信号を表すグラフ図であり、同図（b）は、本実施形態の光学式エンコーダから得られる光信号を表すグラフ図である。

#### 【 0 0 3 3 】

エンコーダから得られる光信号は、前述したように、DC成分とAC成分とを有する。AC成分は、発光素子と受光素子との配置関係などに応じて、同図に点線で例示したように比較的大きな振幅を有する場合や、また、同図に実線で表したように比較的小さな振幅を有する場合がある。ここで、小さな振幅を有する場合（実線）の振幅をB、DC成分のレベルをAとした場合、同図（b）に表したようにDCキャンセルを実施しない場合のAとBの比率は、例えば、 $A : B = 5 : 1$ 程度である。これに対して、本実施形態によれば、同図（a）に表したように $A : B = 2 : 1$ あるいはそれ以下にまで、DC成分のレベルを下げるができる。

#### 【 0 0 3 4 】

キャンセルするための電流 $I_2$ は、光電流 $I_1$ より低い電流値に設定する。信

号用フォトダイオードとDCキャンセル用フォトダイオードの面積の比から、各々の光電流値（DC電流成分）を見積り、 $I_2 < I_1$ の条件内で、カレントミラー回路の電流比率を自由に設定できる。カレントミラー比を任意に設定できるので、DC電流成分のキャンセルに必要とされる電流 $I_2$ を、最適なDCキャンセル量（電流値）に設定することができる。その結果として、電流・電圧変換部300から得られる出力信号におけるDC成分のレベルをほぼゼロにまで下げることとも可能である。なお、電流・電圧変換回路の出力電圧のダイナミックレンジが広ければ、 $I_1 < I_2$ でなくとも設定可能である。

## 【0035】

本実施形態によれば、このように、光電流におけるDC成分を低下させることにより、以下の効果が得られる。

## 【0036】

まず、信号のダイナミックレンジを拡大できる。すなわち、信号用フォトダイオードの光電流のDC電流成分を回路でキャンセル（引き算）することにより、発光素子の光強度が変動しても、光電流の変動を小さく抑えることができる。その結果として、回路の入力ダイナミックレンジを広げることができる。

## 【0037】

次に、回路の電源電圧を下げることができる。すなわち、これまでは、電流・電圧変換回路のダイナミックレンジを拡大するために、電源電圧を高くする必要があった。これに対して、本実施形態によれば、発光素子の光強度の変動による光電流の変動を抑えられることから、ダイナミックレンジの拡大が可能となるため、電源電圧を高くする必要がなくなり、回路の低電源電圧化が可能となる。

## 【0038】

また、エンコーダの出力特性（Duty・位相差）の精度を向上できる。すなわち、DC成分を下げることにより、振幅の大きいAC成分の光電流が取り出せるため、エンコーダ機能として重要な出力特性（Duty比・位相差）を、より精度良く得ることが可能となる。

## 【0039】

またさらに、エンコーダの小型化が容易となる。すなわち、光学式エンコーダ

においては、小型化すると、発光素子と受光素子との間隔が縮小されるために、受光素子に入射する光の平行性が低下する。このため、スケールの明暗パターンが受光素子に忠実に反映されず、光の回折などによるDC成分が増加する傾向がある。これに対して、本実施形態によれば、DC成分を確実に低減できるので、光学式エンコーダを小型化し、且つ高い分解能を確保することが可能となる。

## 【 0 0 4 0 】

図6は、本発明において用いることができる回路のもう一つの具体例を表す模式図である。すなわち、同図は、図3に表したように、n型エピタキシャル層の表面にp型拡散層を形成することによりフォトダイオードを形成した場合に、これらフォトダイオードの周囲に設けることができる回路を表す。

## 【 0 0 4 1 】

本具体例の回路も、電流・電圧変換部300a～300dと、DCキャンセル部200と、を有する。そして、DCキャンセル用フォトダイオード103のカソードはVccに接続され、一方アノードはカレントミラー回路の基準NPNトランジスタ211のベースとコレクタに接続されている。この基準NPNトランジスタ211から、NPNトランジスタ(212～215)で電流が折り返される。また、NPNトランジスタ215のコレクタが信号用フォトダイオード群(1d～nd)のアノードに接続されている。

## 【 0 0 4 2 】

この回路構成により、電流・電圧変換回路300dの入力電流は、 $(I_1 - I_2)$ となり、電流 $I_2$ の分の電流をキャンセル(引き算)できる。

## 【 0 0 4 3 】

図7は、本発明において用いることができるフォトダイオードの第2の具体例を表す平面図である。同図については、図1乃至図6に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 4 4 】

本実施形態においては、信号用フォトダイオード(1a、1b、・・・nd)の間に、DCキャンセル用フォトダイオード103が設けられている。これらDC



キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 は、配線 3 0 e によって、共通接続されている。

【 0 0 4 5 】

図 1 3 に例示したようなスケール 3 3 を用いた場合には、1 組すなわち隣接する 4 個の信号用フォトダイオード（例えば、1 a ～ 1 d）のうちの、2 個のフォトダイオード（例えば、1 a と 1 b）は明パターン 3 4 の下にあり、残り 2 個のフォトダイオード（例えば、1 c と 1 d）は暗パターン 3 5 の下にある。DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 についても同様に、1 組の信号用フォトダイオードに対応して、4 個の DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 が設けられているので、それらのうちの 2 個には光が照射され、残りの 2 個には光が照射されない。

【 0 0 4 6 】

しかし、これら DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 は、同じ配線 3 0 e により共通接続されているため、全ての DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 に照射される光の量は、スケールの位置によらず一定となる。つまり、DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 からは、常に一定の光電流を得ることができる。この光電流を用いて、信号用フォトダイオード 1 a ～ n d の光電流における DC 成分をキャンセルすることができる。このための回路としては、図 5 及び図 6 に関して前述したものなどを用いることができる。

【 0 0 4 7 】

またさらに、本実施形態の場合、隣接する信号用フォトダイオードの間に DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 を挿入するので、信号用フォトダイオード間の「クロストーク」を低減できるという効果が得られる。例えば、図 4 において、信号用フォトダイオード 1 a と 1 b との間に DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 を設けることにより、これらフォトダイオード 1 a、1 b 間のクロストーク（光電流の相互干渉）を低減することができる。すなわち、信号用フォトダイオードに光が照射した時に、半導体層中で発生する光キャリアによる余分な光電流を、DC キャンセル用フォトダイオード 1 0 3 で吸収することができる。このため、光電流を効率よく取り出せ、信号用フォトダイオード間の相互干渉の

影響を低減できる。その結果として、空間的な検出分解能を上げることができる。

## 【0048】

つまり、エンコーダとして、より精度の高い光電流が取り出せるため、エンコーダ機能として重要な出力特性（Duty比・位相差）を、より精度良く得ることが可能となる。

## 【0049】

図8は、本実施形態のフォトダイオードの断面構造を一例を表す例示する模式図である。すなわち、同図は、図7のA-A線断面構造を表す。

## 【0050】

本具体例は、図2に表したものと同様の積層構造を有する。すなわち、p型シリコン基板113の上にn型エピタキシャル層112が設けられ、pn接合フォトダイオード（1a、1b、・・・）が形成されている。そして、これらフォトダイオードは、p型分離領域111により互いに分離されている。

## 【0051】

図9は、本実施形態のフォトダイオードの断面構造のもうひとつの例を表す模式図である。すなわち、同図は、図4のA-A線断面構造を表す。

## 【0052】

本具体例は、図3に表したものと同様の積層構造を有する。すなわち、p型シリコン基板113の上にn+型埋め込み層114が設けられ、その上にn型エピタキシャル層112が形成されている。そして、その表面にp型拡散層111がプレーナ状に形成されている。この拡散層111が形成するpn接合により、それぞれのフォトダイオード（1a、1b、・・・）が形成される。

## 【0053】

図10は、本発明において用いることができるフォトダイオードの第3の具体例を表す模式図である。同図についても、図1乃至図9に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

## 【0054】

本具体例においても、信号用フォトダイオード（1a、1b、・・・nd）の間

に、DCキャンセル用フォトダイオード103が設けられている。但し、これらDCキャンセル用フォトダイオード103は、その上下端のみならず中央付近においても、配線30eによって、共通接続されている。すなわち、本具体例におけるDCキャンセル用フォトダイオード103は、同図に向かって上下方向に細長く形成されているために、上下方向の抵抗率が高くなる傾向を有する。これに対して、図10に表したようにフォトダイオードの中央付近にも配線30eを接続すれば、DCキャンセル用フォトダイオード103からの光電流の取り出しインピーダンスを改善できる。

## 【0055】

また、本具体例においても、DCキャンセル用フォトダイオード103を信号用フォトダイオードの間に設けることにより、これら信号用フォトダイオード間のクロストークを防ぐことができるという効果が得られる。

## 【0056】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。

## 【0057】

例えば、図1に表したDCキャンセル用フォトダイオードと、図7または図10に表したDCキャンセル用フォトダイオードと、を組み合わせてもよい。このようにすれば、DCキャンセル用フォトダイオードの受光面積を増加させ、キャンセル用の光電流量を増大させることができると同時に、信号用フォトダイオード間のクロストークも防ぐことができる。

また、以上説明した発光素子、受光素子、半導体基板、半導体層、電極、回路要素などの各要素の材料、導電型、キャリア濃度、不純物、厚み、配置関係、パターン形状などに関して当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を有する限りにおいて本発明の範囲に包含される。

## 【0058】

その他、上述した光学式エンコーダについては、当業者が公知の範囲から適宜選択したものも、本発明の要旨を含む限り本発明の範囲に包含される。

## 【0059】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、光電流におけるDC成分を大幅に低減することが可能となり、ダイナミックレンジを拡大し、検出分解能を増大させ、小型化も容易となる光学式エンコーダを提供することができ、産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態にかかる光学式エンコーダのフォトダイオードの構成を例示する平面図である。

【図 2】

本実施形態のフォトダイオードの断面構造を一例を表す模式図である。

【図 3】

本実施形態のフォトダイオードの断面構造のもうひとつの例を表す模式図である。

【図 4】

本実施形態の光学式エンコーダにおいて用いることができる回路を表す模式図である。

【図 5】

本発明において得られるDC成分のキャンセル効果を説明するための模式図である。

【図 6】

本発明において用いることができる回路のもう一つの具体例を表す模式図である。

【図 7】

本発明において用いることができるフォトダイオードの第2の具体例を表す平面図である。

【図 8】

本実施形態のフォトダイオードの断面構造を一例を表す例示する模式図である。

【図 9】

本実施形態のフォトダイオードの断面構造のもうひとつの例を表す模式図である。

【図 1 0】

本発明において用いることができるフォトダイオードの第 3 の具体例を表す模式図である。

【図 1 1】

光学式エンコーダの要部断面構造を例示する模式図である。

【図 1 2】

受光 I C 8 0 に形成されたフォトダイオードの平面パターンを例示する模式図である。

【図 1 3】

スケール 3 3 とフォトダイオードとの配置関係を表す模式図である。

【図 1 4】

光電流の波形を表すグラフ図である。

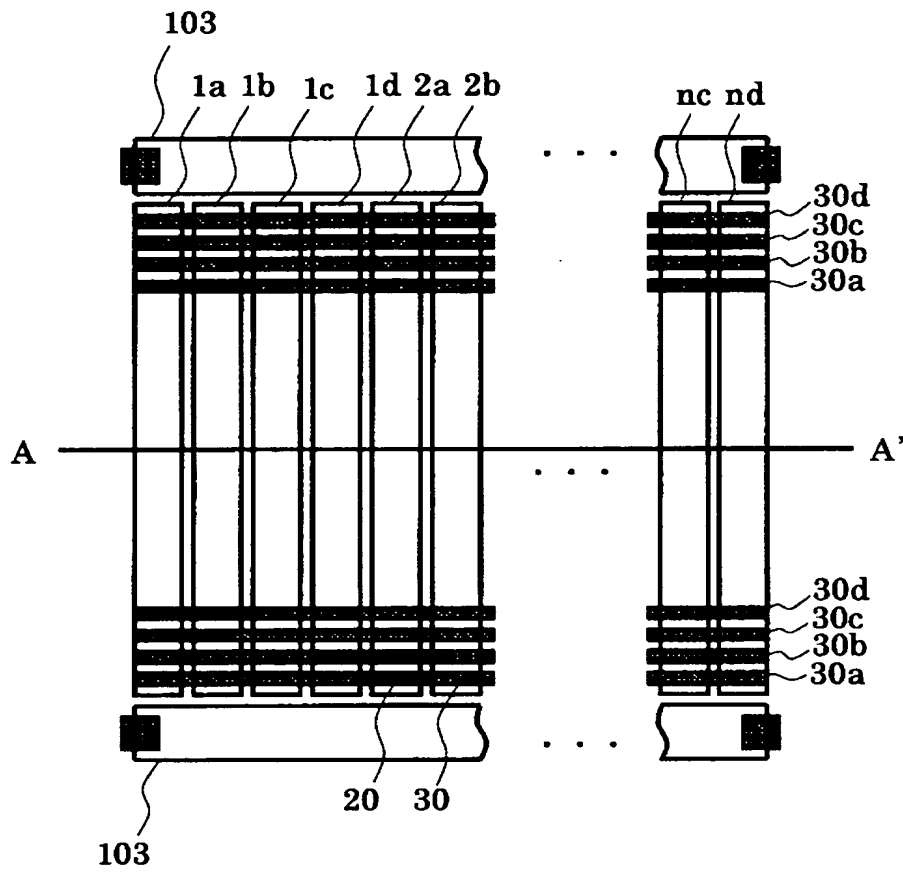
【符号の説明】

- 1 a ~ n d . . . 信号用フォトダイオード
- 2 0 . . . コンタクト
- 3 0、3 0 a ~ 3 0 . . . 金属配線
- 3 1 . . . 発光素子
- 3 2 . . . 受光素子
- 3 3 . . . スケール
- 3 4 . . . 光の透過する透明なパターン
- 3 5 . . . 光の透過を妨げる黒の遮光パターン
- 3 6 . . . 発光素子からの光
- 3 7 . . . スケールを透過した光の屈折・回折光
- 4 0 . . . L E D チップ
- 5 0 . . . 受光 I C チップ
- 6 0 . . . スケール

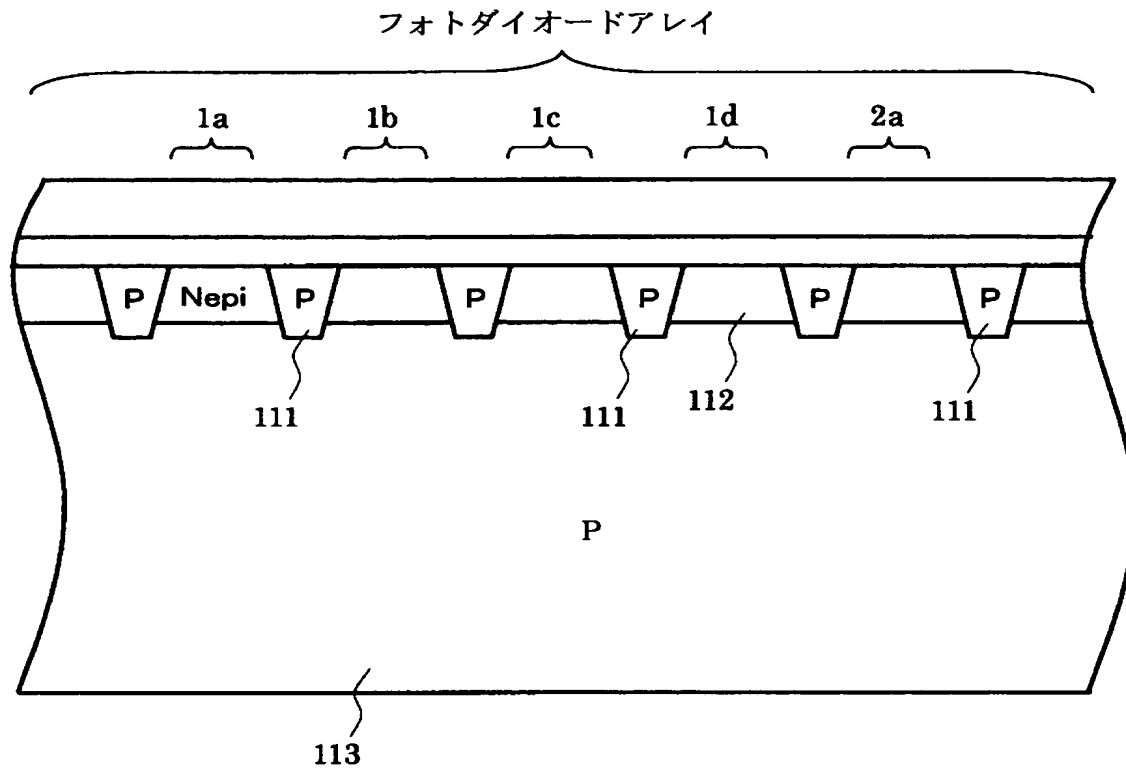
7 0 . . . L E D チ ッ プ  
8 0 . . . 受 光 I C  
1 0 1 . . . D C キ ャ ン セ ル 用 フ ォ ト ダ イ オ ー ド  
1 0 2 . . . D C キ ャ ン セ ル 用 フ ォ ト ダ イ オ ー ド  
1 0 3 . . . D C キ ャ ン セ ル 用 フ ォ ト ダ イ オ ー ド  
1 1 1 . . . P 型 領 域  
1 1 2 . . . N 型 領 域  
1 1 3 . . . P 型 半 導 体 基 板  
1 1 4 . . . N 型 埋 め 込 み 層  
2 0 0 . . . カ レ ン ト ミ ラ ー 回 路  
2 0 1 . . . カ レ ン ト ミ ラ ー 回 路 の 基 準 P N P ト ラ ン ジ ス タ  
2 0 2 ~ 2 0 5 . . . P N P ト ラ ン ジ ス タ  
2 1 1 . . . カ レ ン ト ミ ラ ー 回 路 の 基 準 N P N ト ラ ン ジ ス タ  
2 1 2 ~ 2 1 5 . . . N P N ト ラ ン ジ ス タ  
3 0 0 a ~ 3 0 0 d . . . 電 流 ・ 電 圧 変 換 回 路  
3 0 1 . . . 入 力 ト ラ ン ジ ス タ  
3 0 3 . . . 帰 還 抵 抗

【書類名】 図面

【図 1】

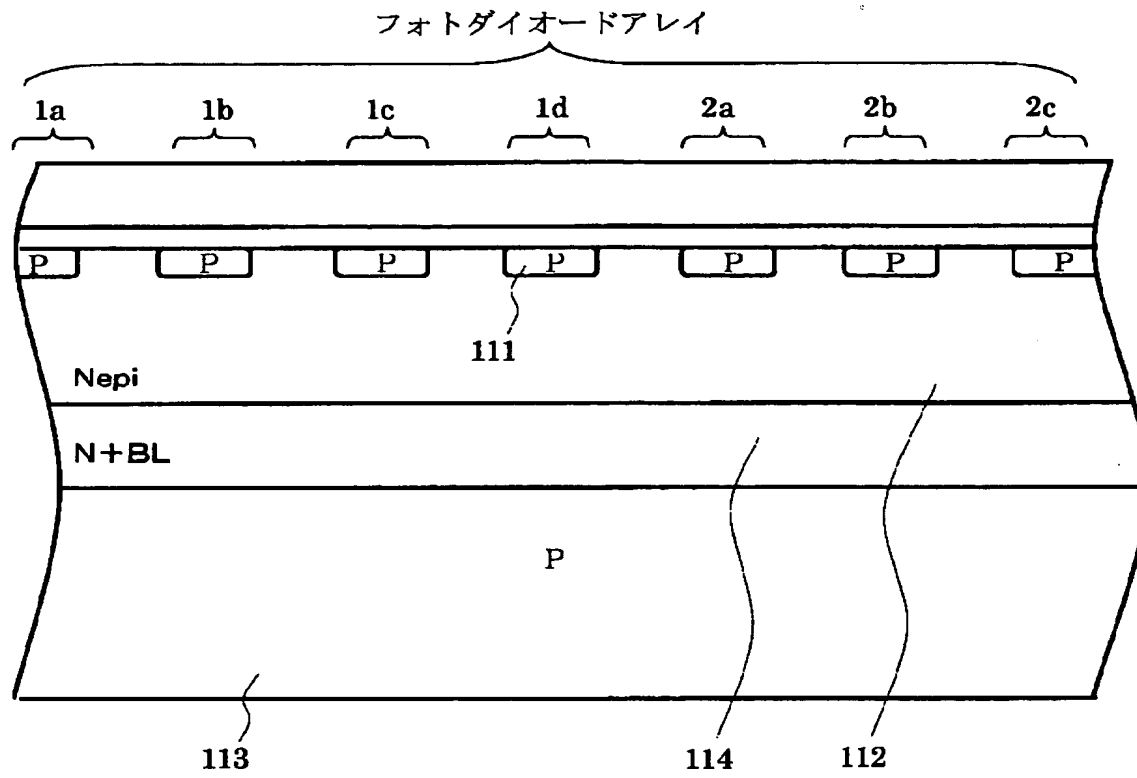


【図 2】

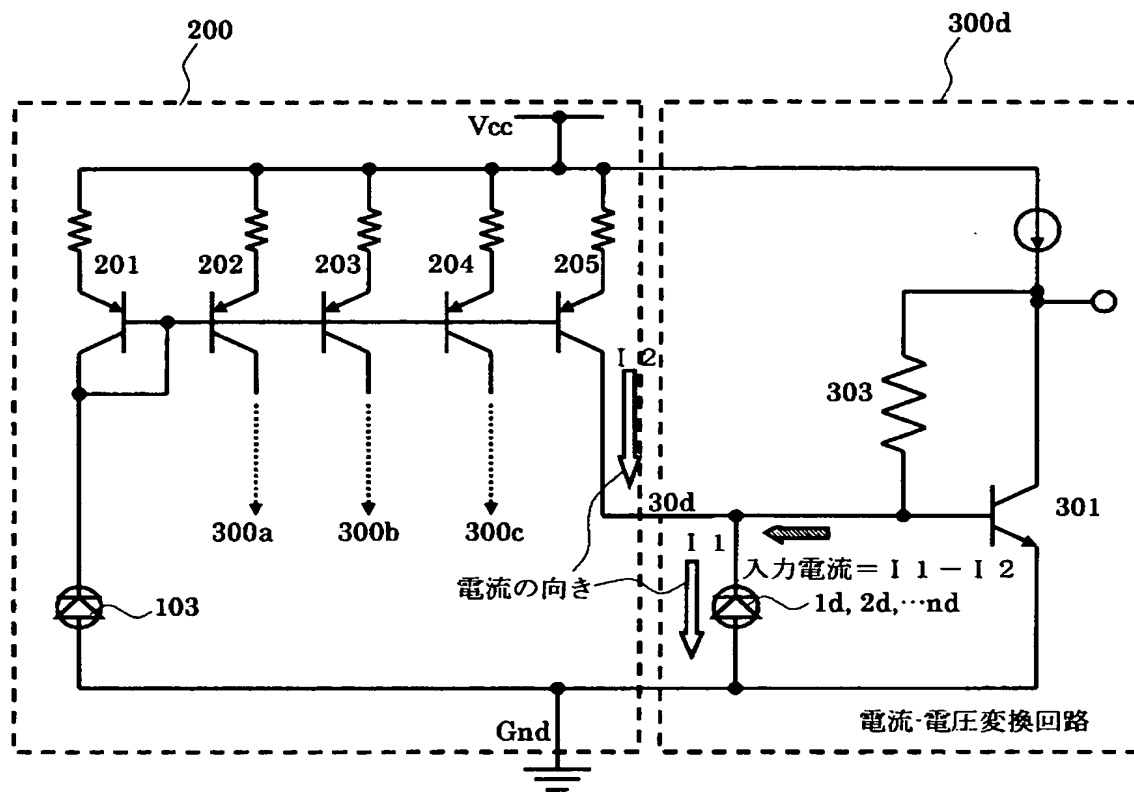




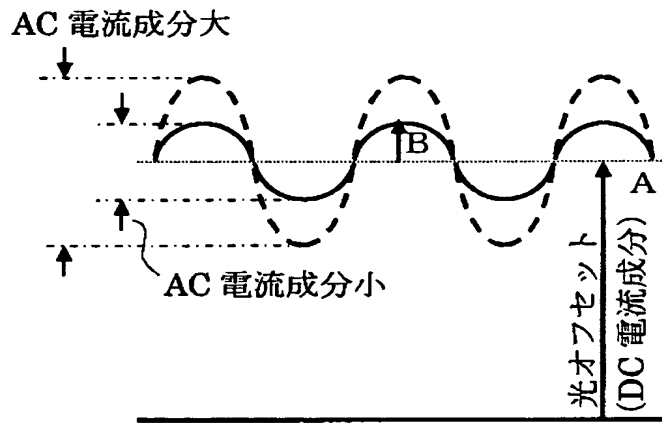
【図 3】



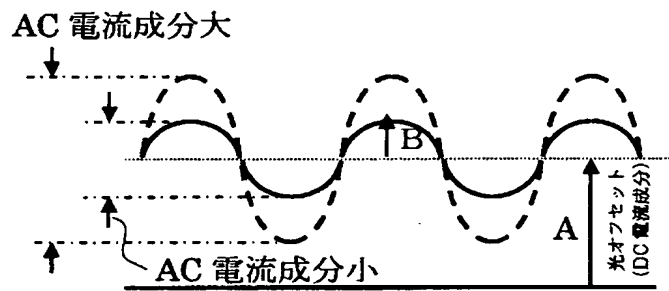
【図 4】



【図 5】

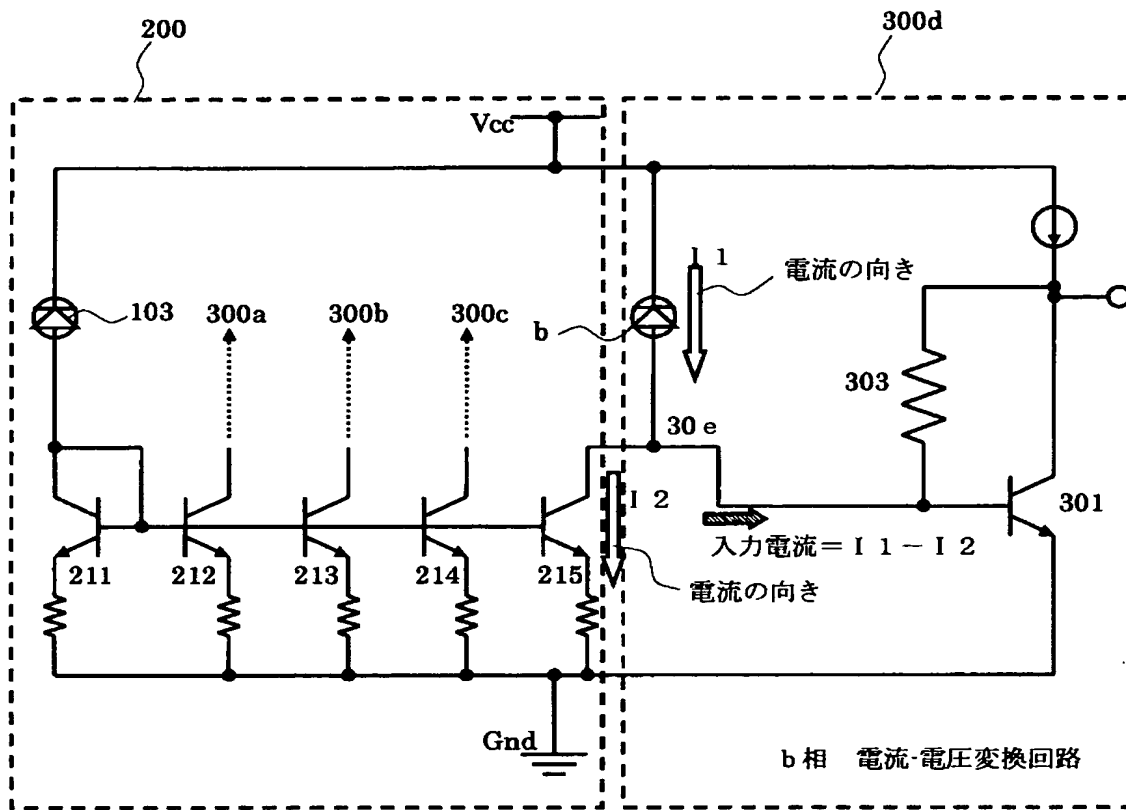


(a) 従来のフォトダイオード構成での光電流

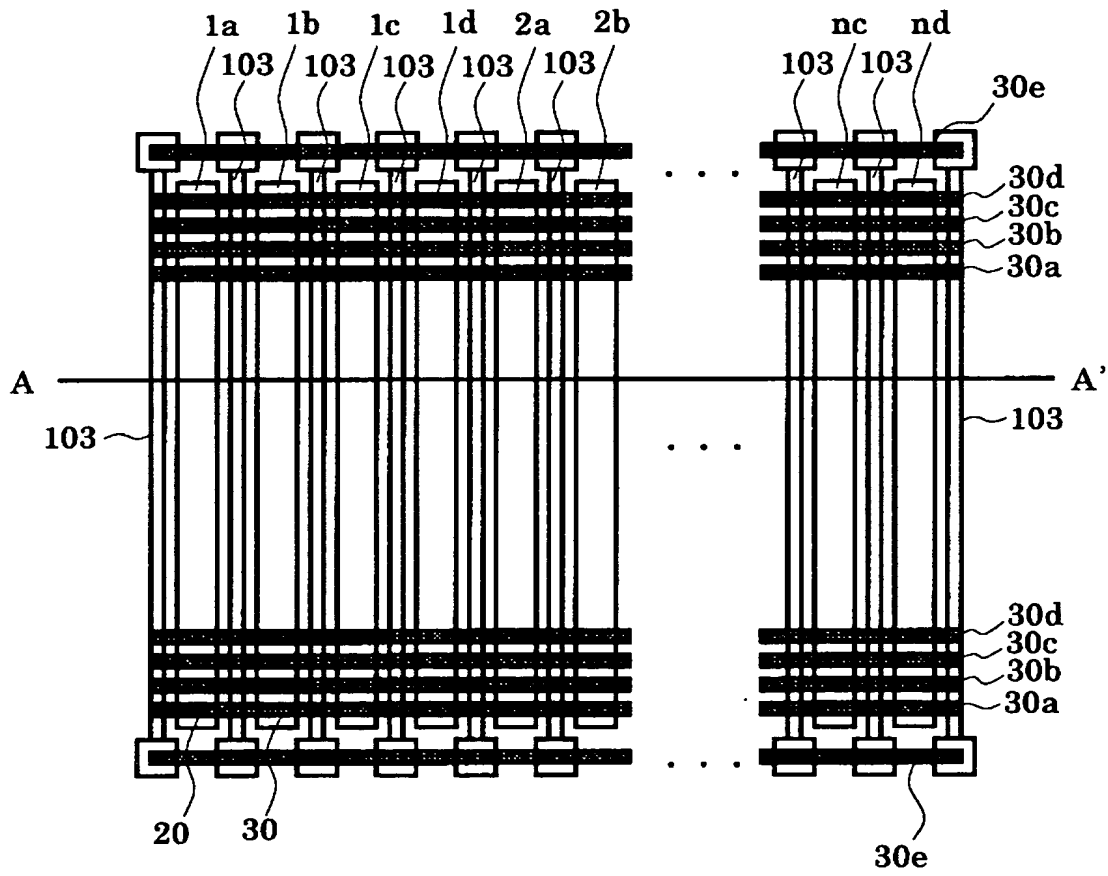


(b) 本発明におけるフォトダイオード構成での光電流

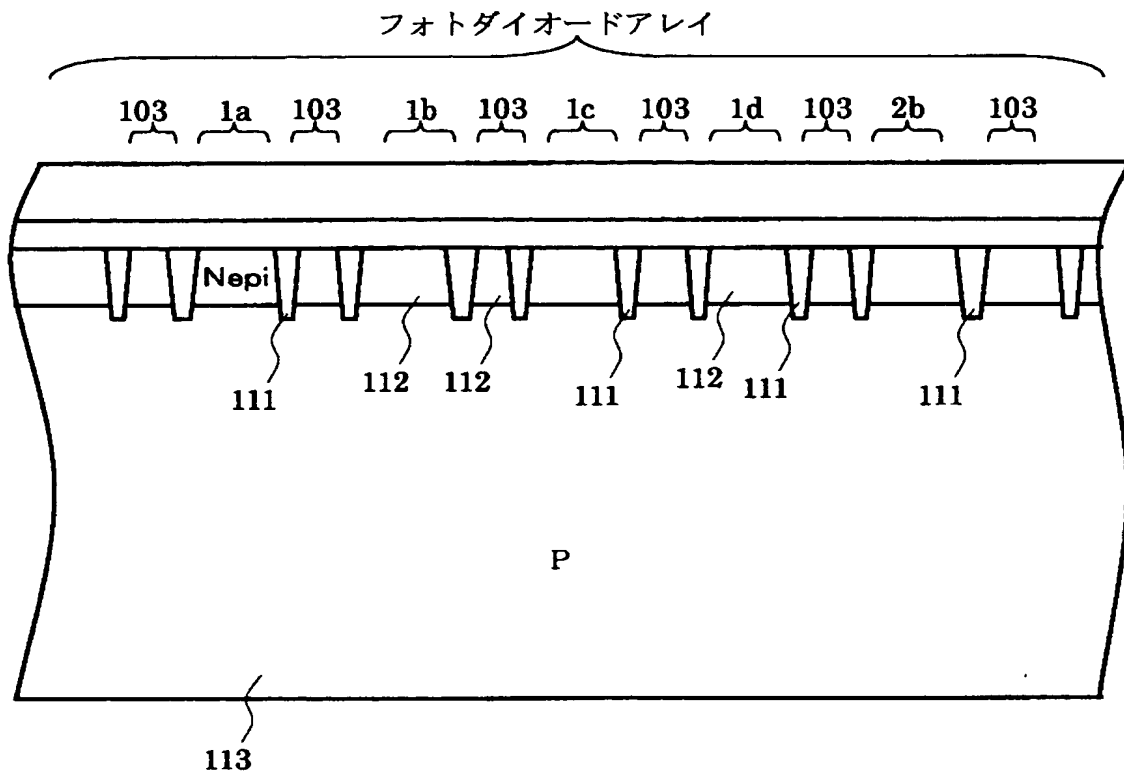
【図 6】



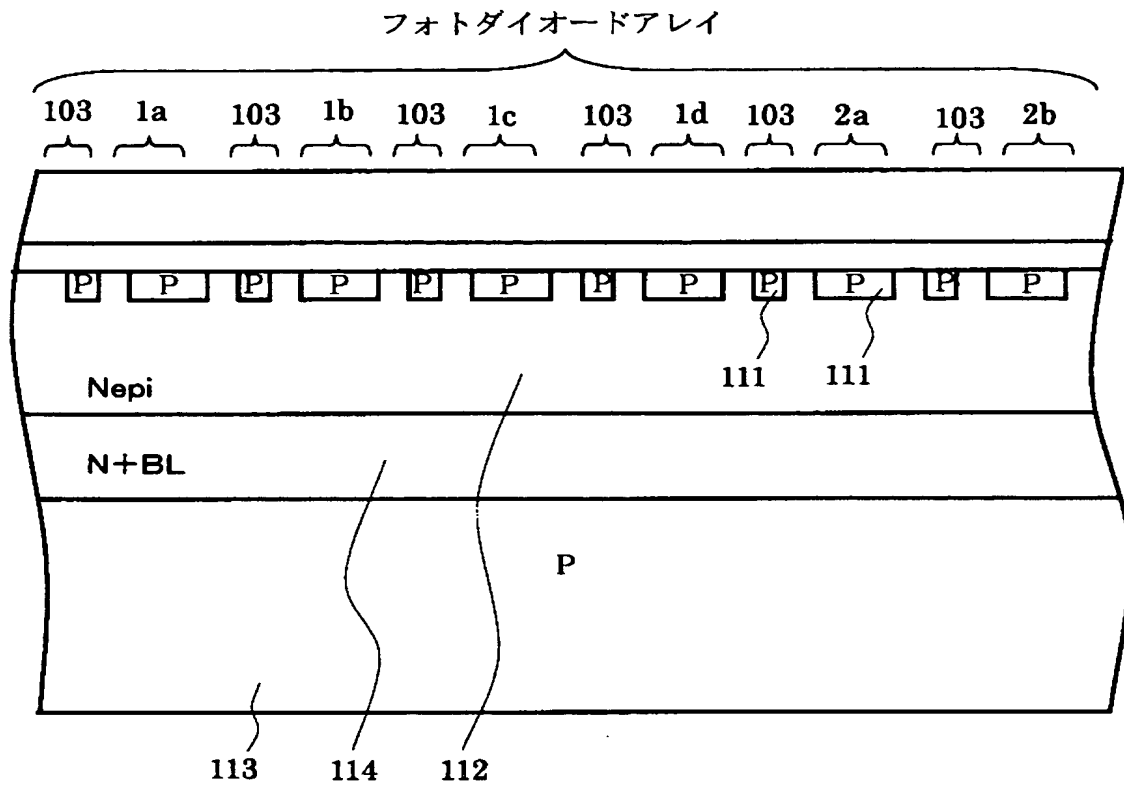
【図 7】



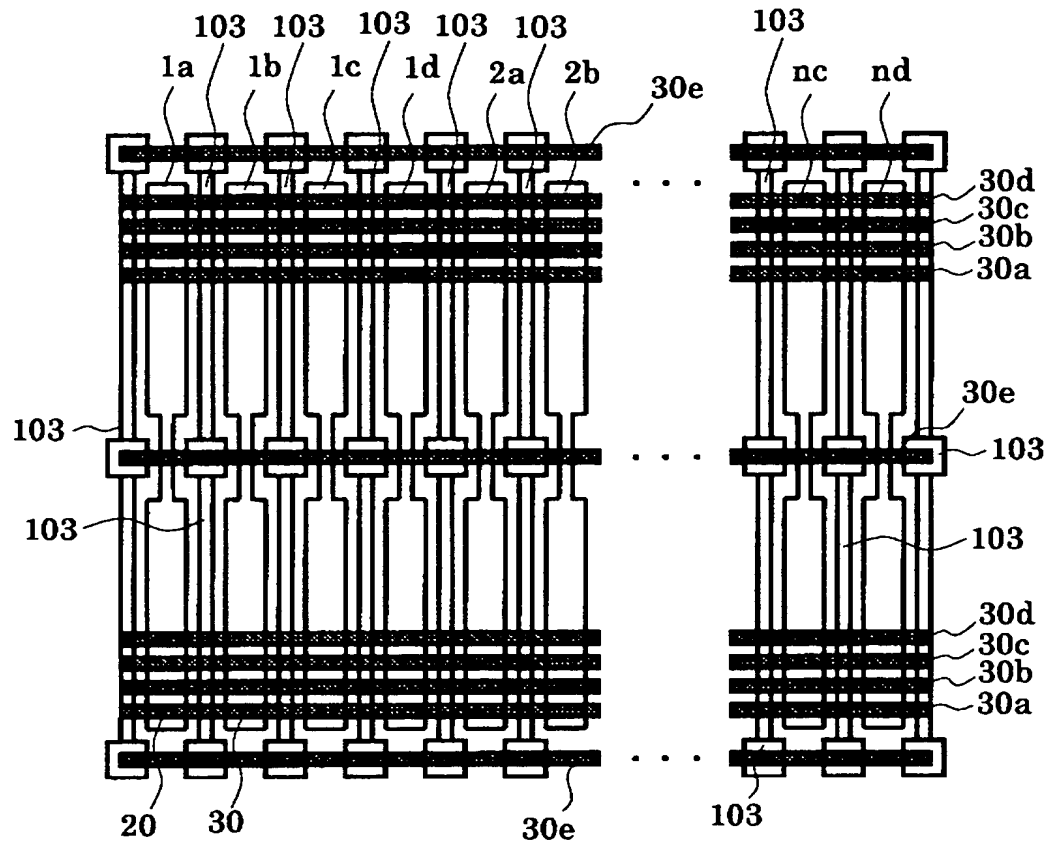
【図 8】



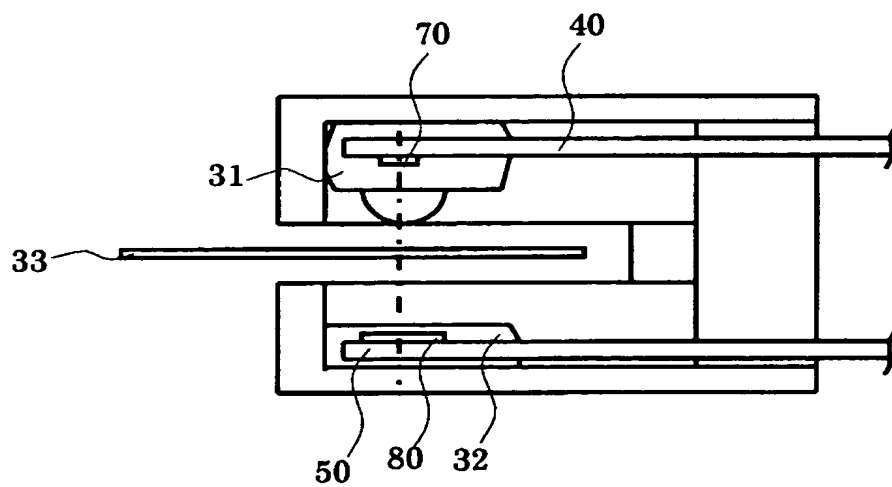
【図 9】



【図 1 0】

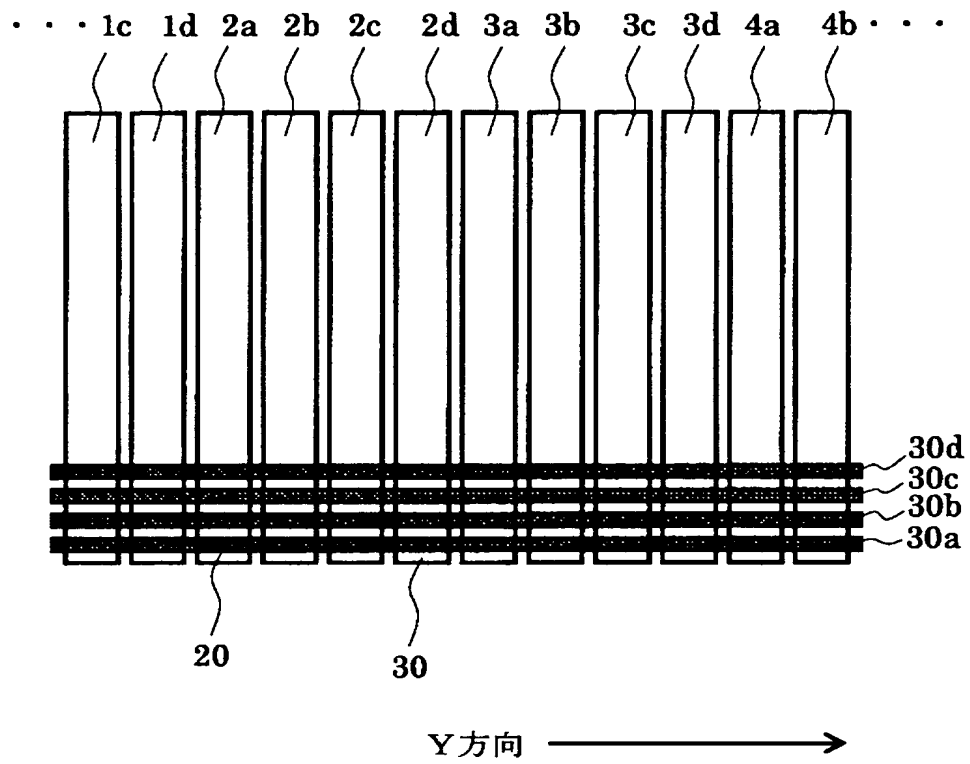


【図 1 1】

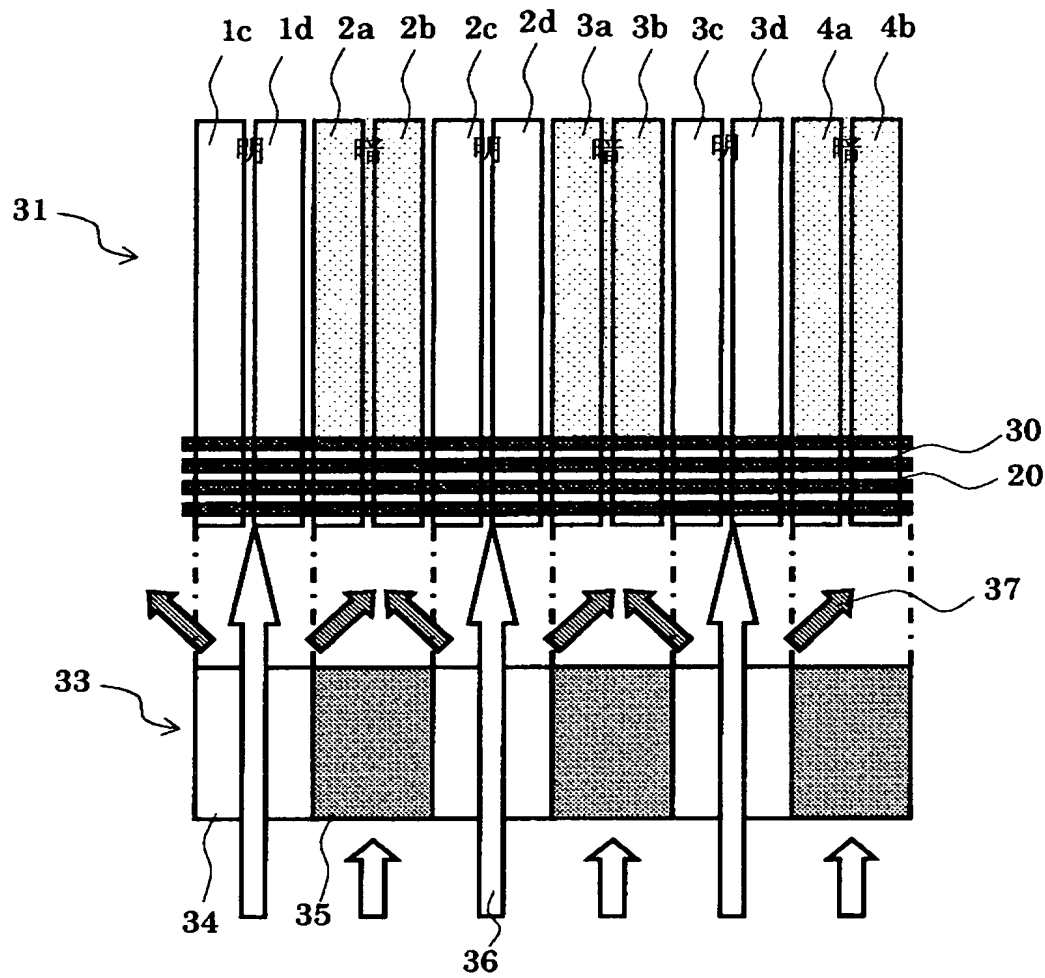




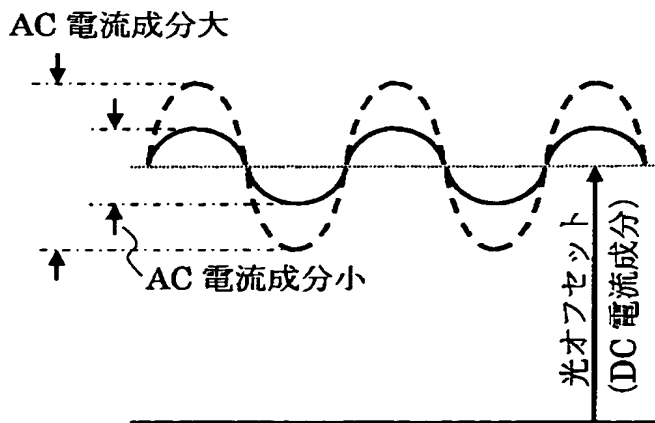
【図 1 2】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光電流におけるDC成分を大幅に低減することが可能な光学式エンコーダを提供することを目的とする。

【解決手段】 一定値以下のピッチを有する明暗パターンの第1の方向に沿った移動に対して、出力が変化する第1の光検出手段と、前記一定値以下のピッチを有する明暗パターンの前記第1の方向に沿った移動に対して、明パターンに相当する光を常に検出する第2の光検出手段と、前記第1の光検出手段の出力と前記第2の光検出手段の出力との演算を実施する演算回路と、を備えたことを特徴とする光学式エンコーダを提供する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝